

**ASOSIASI CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA (CMA)**  
**PADA KETAPANG (*Terminalia catappa*)**  
*(Association of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) on Ketapang (*Terminalia catappa*))*

**Petrus, Burhanuddin, Reine Suci Wulandari**

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124

Email : petrusjhon22@yahoo.com

**ABSTRACT**

*Association observation of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) was conduct in Sylviculture Forestry Faculty Laboratory of Tanjungpura University Pontianak. Soils sample and roots from plant Terminalia catappa which located in sea shore in Dusun Mawar, Sungai Itik Village, Sungai Kakap District, Kubu Raya Regency, Kalimantan Barat. The result of research was in Terminalia catappa plant found the base information that there are association between AMF with the plant, the result characteristic observation of spore type found 7 spore species, which are 6 species from Genus Glomus and 1 species from the Genus Gigaspora. Average of association level was take place in roots of Terminalia catappa plant including in class 2 and 3 it is low to moderate.*

*Keywords : Association, AMF, Terminalia catappa.*

**PENDAHULUAN**

Indonesia dengan berbagai keragaman dan kekayaan sumberdaya alam, dapat memenuhi kebutuhan energi bagi seluruh kebutuhan masyarakat. Tak dapat dipungkiri lagi, Indonesia sudah sedemikian banyak mengeksploitasi berbagai barang tambang yang jumlahnya terbatas. Berbagai bahan tambang seperti minyak bumi, gas bumi, batu bara dan sebagainya memberikan kontribusi yang besar terhadap pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia. Akan tetapi, keberadaan sumberdaya alam tersebut tentu tidak dapat dijamin ketersediaannya dalam jangka waktu yang panjang dikarenakan energi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, selain itu

energi dapat diperoleh dari berbagai sumber lain seperti air, angin, hasil hutan berupa kayu maupun non kayu. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak dengan harga yang lebih murah, ramah lingkungan, ketersediaan yang melimpah dan penggunaan yang mudah. Bahan bakar tersebut yang bisa ditawarkan kepada masyarakat pada kondisi saat ini adalah briket arang merupakan salah satu pilihan yang tepat sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Ketapang (*Terminalia catappa*) adalah salah satu alternatif pengganti bahan bakar minyak dan memiliki peluang besar untuk dikembangkan menjadi hutan tanaman. Sehingga diperlukan bibit yang berkualitas untuk melakukan penanaman

secara besar-besaran. Untuk memperoleh bibit yang berkualitas dibutuhkan teknik budidaya, khususnya perlakuan dipersemaian. Salah satu cara adalah dengan bantuan penggunaan pupuk biologis, yaitu penggunaan cendawan mikoriza arbuskula (CMA).

Pohon Ketapang memiliki peluang besar untuk dikembangkan menjadi hutan tanaman. Sehingga diperlukan bibit yang berkualitas untuk melakukan penanaman secara besar-besaran. Untuk memperoleh bibit yang berkualitas dibutuhkan teknik budidaya, khususnya perlakuan dipersemaian. Salah satu cara adalah dengan bantuan penggunaan pupuk biologis, yaitu penggunaan cendawan mikoriza arbuskula (CMA).

Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) merupakan cendawan yang membentuk simbiosis mutualisme antara jamur dan akar tanaman (Smith dan Read, 2008). Jamur mendapat karbohidrat dari tanaman dalam bentuk glukosa, sedangkan tanaman mendapat air dan hara tanah dari jamur melalui akar. Kemampuan satu jenis CMA dapat berasosiasi dengan beberapa tanaman cukup luas, tapi kesesuaiannya dalam bersimbiosis dengan tanaman sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi tanah, jenis tanah dan jenis tanaman. Kajian pemanfaatan CMA sebagai pupuk hayati pada tanaman perlu diketahui keberadaan CMA pada suatu tanaman. Pada tanaman ketapang belum diketahui: (1) Apakah tanaman ketapang berasosiasi dengan CMA, (2) Genus apa yang berasosiasi dengan tanaman ketapang, (3) Berapa

persentase infeksi pada akar tanaman ketapang.

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui asosiasi CMA dengan tanaman ketapang, (2) Untuk mengetahui genus CMA yang berasosiasi dengan tanaman ketapang, (3) Untuk mengetahui asosiasi CMA pada akar tanaman ketapang. Manfaat penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai informasi awal untuk memacu pertumbuhan pada tanaman ketapang dengan menggunakan pupuk biologis.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak dan pengambilan sampel penelitian ini di daerah tepi pantai Dusun Mawar, Desa Sungai Itik, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah dan akar tanaman, Larutan *Polyvinyl alcohol lactic acid glycerol* (PVLG), KOH 10%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%, HCL 10%, *trypan blue* 0,05%, *Lactophenol*, *Gliserin*. Alat – alat yang digunakan antara lain 1 set saringan bertingkat (0,21 mm, 125 µm, 63 µm dan 45 µm), cawan petri, mikro pipet, mikroskop stereo, botol kultur, pinset, mikroskop slide (*object glass* dan *cover slip*), pH meter, klinometer, phi band, thermometer tanah, thermometer udara, dan hygrometer.

## **Prosedur Penelitian**

Pengambilan sampel tanah dan akar ditentukan secara purposive sampling

pada tiga tingkatan yaitu 3 sampel tingkat semai, 3 sampel tingkat tiang dan 3 sampel tingkat pohon. Sampel akar diperoleh dari rambut akar/akar tersier. Pada waktu pengambilan sampel dilakukan pengukuran pH tanah, suhu tanah dan udara, kelembaban udara, tinggi dan diameter tanaman.

### 1. Pengamatan Infeksi Akar

Infeksi akar dapat dilihat melalui proses pewarnaan akar (Brundrett *et al.*, 1996) yaitu akar dari setiap sampel dicuci dengan air sampai bersih, kemudian direndam dalam larutan KOH 10% selama 24 jam, sampai akar berwarna putih atau kuning bening. Selanjutnya Akar dibilas dengan air bersih agar KOH-nya hilang. Akar direndam dalam larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% selama 2 hari. Akar dibilas kembali dengan air bersih agar H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-nya hilang. Akar direndam dengan larutan HCL 10% selama 30 menit, kemudian akar dicuci hingga bersih. Pengecatan akar dilakukan dengan metode Kormanik dan McGraw (1982) yang dimodifikasi dengan mengganti zat pewarna *acid fuchsin* dengan *trypan blue* dan *lactophenol* sebagai pelarutnya. Akar yang sudah jernih dicat dengan 0,05% *trypan blue* yang dilarutkan dalam *lactophenol*, dipanaskan pada suhu 90<sup>o</sup> selama 10 – 30 menit sampai terjadi penetrasi, kemudian dibilas dengan air mengalir. Terakhir ditambahkan *gliserin* 5%, akar sudah siap untuk diamati.

Pengamatan akar dilakukan dengan memotong akar sepanjang 1 cm yang telah direndam dengan larutan *trypan blue*, kemudian sebanyak 10 potong akar

ditata di atas *object glass* dan ditutup dengan *cover glass*. Jumlah preparat pada tiap sampel sebanyak 5 preparat. Infeksi akar dapat diketahui dengan adanya hifa, miselia, vesikula dan arbuskula.

Perhitungan persentase akar yang terinfeksi, dihitung berdasarkan rumus :

$$\% = \frac{h}{h} \times 100 \%$$

Tingkat infeksi pada akar diklasifikasikan menurut *The Instate of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service, Athena, Georgia* (Setiadi, 1992) sebagai berikut :

1. Kelas 1, bila infeksinya 0% – 5%, sangat rendah
2. Kelas 2, bila infeksinya 6% – 25%, rendah
3. Kelas 3, bila infeksinya 26% – 50%, sedang
4. Kelas 4, bila infeksinya 51% – 75%, tinggi
5. Kelas 5, bila infeksinya 76% – 100%, sangat tinggi

### 2. Identifikasi Spora

Isolasi spora dilakukan agar spora terpisah dari sampel tanah sehingga karakteristik spora CMA dan jumlahnya dapat diketahui. Untuk mengetahui karakteristik spora CMA, maka dilakukan teknik penyaringan basah (Brundett *et al.*, 1994).

Sampel tanah sebanyak 100 gram dicampur dengan 500 ml air, diaduk hingga merata dan dibiarkan selama 5 – 10 menit supaya partikel – partikel besar mengendap. Selanjutnya disaring dalam satu set saringan bertingkat dengan

ukuran 21 mm, 125 µm, 63 µm dan 45 µm secara berurutan dari atas ke bawah. Saringan yang diamati pada saringan 63 µm kemudian penyaringan ditampung dalam cawan petri. Selanjutnya diperiksa di bawah mikroskop stereo. Karakteristik spora menggunakan larutan *Polyvinil Alcohol Lactic Acid Glycerol* (PVLG). Dalam karakteristik jenis spora yang di

amati adalah bentuk spora, warna spora, dan lekatan tangkai hifa dari spora CMA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang telah dilakukan pada sampel pohon ketapang (*Terminalia catappa*), ditemukan CMA dengan jumlah spora CMA pada pohon ketapang yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Spora CMA ( per 100 g tanah ) pada tanaman Ketapang (*Number of AMF spores (per 100 g soil) on the Ketapang plant*)

Kode	Jumlah Spora Pada Saringan 63 μm			Jumlah	Rerata ± standar deviasi
	Ulangan				
	1	2	3		
S	214	211	187	612	204 ± 13
T	206	197	213	616	205 ± 8
P	178	167	162	507	169 ± 8

Keterangan : **S** = sampel tanah tingkat semai  
**T** = sampel tanah tingkat tiang  
**P** = sampel tanah tingkat pohon

Hasil pengamatan 9 sampel yaitu sampel tingkat semai, sampel tingkat tiang, dan sampel tingkat pohon pada tanaman ketapang (*Terminalia catappa*), ditemukan CMA pada masing-masing tingkatan berkisar 507- 616 spora per 300 g tanah. Jumlah spora CMA terbanyak ditemukan pada sampel tingkat tiang.

Karakteristik spora ditentukan berdasarkan tipe spora yang meliputi

bentuk spora, warna spora, dinding spora, lekatan tangkai hifa dan tekstur permukaan spora. Berdasarkan karakteristik yang terlihat di temukan 7 jenis spora CMA yaitu 6 jenis genus *Glomus* dan 1 jenis genus *Gigaspora*. Untuk jumlah jenis spora CMA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Jenis Dan Jumlah Spora CMA per 100 g Tanah pada tanaman Ketapang (*Terminalia catappa*) (Recapitulation species and number of AMF per 100 g soils on Ketapang plant (*Terminalia catappa*))

Jenis CMA	Jumlah Spora CMA per 100 Gram Tanah									jumlah
	Semai			Tiang			Pohon			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Glomus</i> Sp.1	30	31	23	29	27	34	32	27	21	254
<i>Glomus</i> Sp.2	30	28	28	23	29	26	31	24	19	238
<i>Glomus</i> Sp.3	31	29	25	28	23	24	21	21	23	225
<i>Glomus</i> Sp.4	21	23	18	24	21	12	17	11	12	159
<i>Glomus</i> Sp.5	32	30	30	32	35	39	29	26	31	284
<i>Glomus</i> Sp.6	38	35	37	40	37	42	26	28	30	313
<i>Gigaspora</i> sp.1	32	35	26	30	25	36	22	30	26	260
Jumlah	214	211	187	206	197	213	178	167	162	1735
Jumlah	612				616		507			
Rerata	29				29		24			

Tabel 2 menunjukkan jumlah karakteristik jumlah spora dari 100 gram sampel tanah pada masing-masing tingkat semai, tiang dan pohon dapat diketahui bahwa jumlah spora genus *Glomus* sp merupakan jenis yang paling banyak ditemui pada sampel tanah tanaman

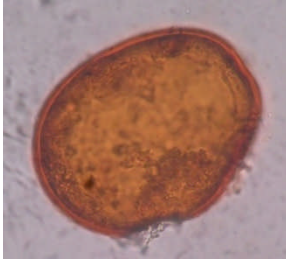
ketapang. Sedangkan jenis spora *Gigaspora* sp yang paling sedikit ditemukan pada sampel tanah tanaman ketapang. Ini dapat dilihat dari pengamatan karakteristik spora yang dilihat dari bentuk spora, warna spora.

Tabel 3. Hasil analisis karakteristik spora Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada 9 sampel Tanaman Ketapang (*Analysis result of Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF) spore characteristic in 9 samples Ketapang plant*).

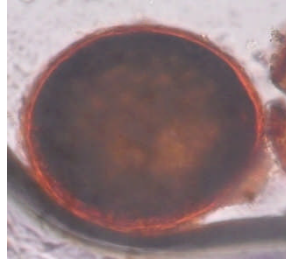
Genus	Karakteristik Spora CMA				
	Bentuk	Warna	Dinding	Tangkai Hifa	Tekstur Permukaan Spora
<i>Glomus</i> sp. 1	Bulat lonjong	Kuning emas	2	-	Halus
<i>Glomus</i> sp. 2	Bulat	Coklat	2	-	Halus
<i>Glomus</i> sp. 3	Bulat	Coklat	2	Lurus	Halus
<i>Glomus</i> sp. 4	Bulat	Kuning emas	2	-	Halus
<i>Glomus</i> sp. 5	Bulat	Merah	1	-	Halus
<i>Glomus</i> sp.6	Bulat	Merah	2	-	Halus
<i>Gigaspora</i> sp.1	Bulat	Kuning emas	1	-	Kasar

Bentuk Spora CMA dari Genus *Glomus* dan *Gigaspora* Dengan Pembesaran

Mikroskop 100x40.



Gambar 1. *Glomus* sp.1



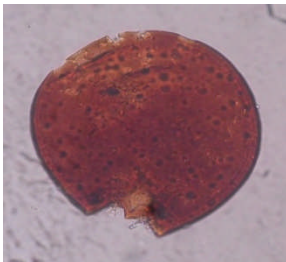
Gambar 2. *Glomus* sp.2



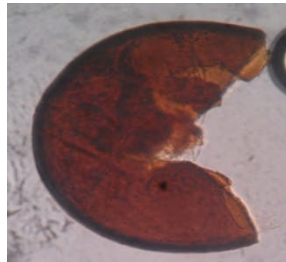
Gambar 3. *Glomus* sp.3



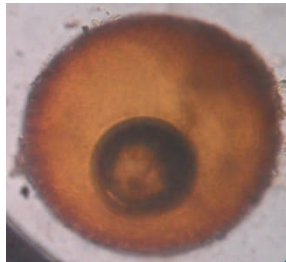
Gambar 4. *Glomus* sp. 4



Gambar 5. *Glomus* sp. 5



Gambar 6. *Glomus* sp.6



Gambar 7. *Gigaspora* sp.1

Adanya struktur infeksi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pada Gambar 8 berupa hifa internal dalam sel jaringan akar. Struktur infeksi tersebut mencirikan *diagnostik* adanya infeksi CMA dalam akar (Setiadi,1994). hasil penelitian ini menunjang asumsi bahwa tanaman ketapang yang diambil sebagai sampel merupakan inang dari CMA yang pertumbuhan juga di pengaruhi oleh aktifitas CMA yang berasosiasi dengan tanaman ketapang.

Keberadaan CMA dibuktikan dengan adanya jenis spora hasil isolasi yang ditemukan pada sampel tanah dari CMA pada 9 sampel tanaman ketapang (*Terminallia catappa*) yang diamati. Keberadaan spora dan jenis spora CMA pada 9 sampel tanaman ketapang

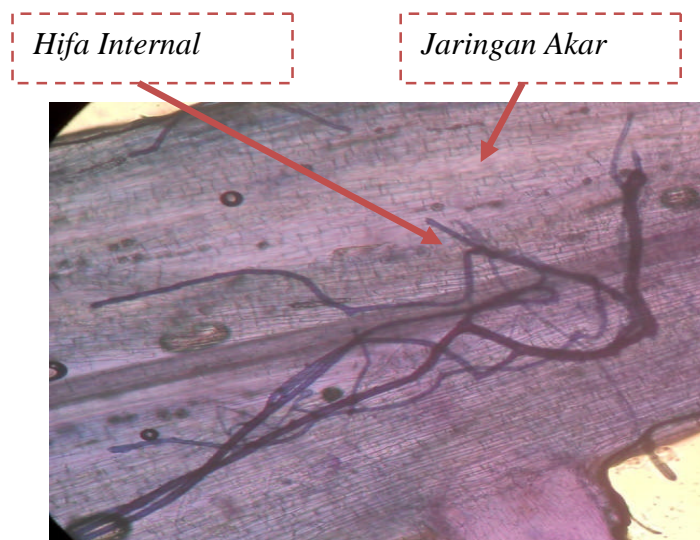
(*Terminallia catappa*) sangat bervariasi jumlah spora yang ditemukan berkisar 162 – 214 per 100 gram tanah, sampel dengan jumlah spora terbanyak ditemukan pada sampel S<sub>1</sub> dengan jumlah spora 214 per 100 gram tanah. Hanya ditemukan 2 jenis spora yaitu *Glomus* dan *Gigaspora*. Yang paling dominan ditemukan yaitu genus *Glomus* yang mempunyai tingkat adaptasi yang cukup tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Infeksi yang terjadi pada tanaman ketapang yang di ambil didaerah tepi pantai Kabupaten Kubu Raya, Kecamatan Sungai Kakap, Desa Sungai Itik, Dusun Mawar, di dapatkan hasil yang bervariasi dari tingkat infeksi akar 22% hingga tertinggi 34%, hal ini menunjukan bahwa tanaman ketapang

dapat berasosiasi dengan CMA. Terjadinya asosiasi antara CMA dengan tanaman dapat di ketahui dengan adanya tingkat infeksi yang terjadi pada akar. Infeksi CMA dapat diketahui dengan adanya struktur-struktur yang dihasilkan

oleh CMA antara lain, yaitu: hifa, miselia, vesikula, arbuskula, maupun spora. Dengan adanya 1 atau lebih struktur CMA tersebut, maka dapat dikatakan terjadi asosiasi oleh CMA terhadap pada tanaman inangnya.

Tabel 4. Persentase akar terinfeksi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA), tinggi pohon dan diameter batang pada 9 sampel Tanaman Ketapang (*The percentage of infected root arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), tree height and trunk diameter on 9 samples Ketapang plant*).

No. Sampel	Tinggi (m)	Diameter (cm)	Persentase Akar Terinfeksi CMA (%)	Keterangan	Rerata
S <sub>I</sub>	0,45	-	34	Sedang	29
S <sub>II</sub>	0,52	-	32	Sedang	
S <sub>III</sub>	0,63	-	22	Rendah	
T <sub>I</sub>	11	11,00	28	Sedang	25
T <sub>II</sub>	12	12,00	24	Rendah	
T <sub>III</sub>	11	11,20	24	Rendah	
P <sub>I</sub>	20	23,55	22	Rendah	24
P <sub>II</sub>	15	21,00	26	Sedang	
P <sub>III</sub>	17	22,00	24	Rendah	



Gambar 8. Hifa internal terlihat berwarna biru akibat dari pewarnaan *tryphan blue* dalam akar korteks tanaman ketapang yang terinfeksi CMA (*Internal hyphae looks blue result of tryphan blue coloring in the cortex root from Ketapang plant infected AMF*).

Pada Tabel 4, menunjukan infeksi CMA yang terjadi pada jaringan korteks akar tanaman ketapang, dengan infeksi yang terjadi berkisar antara 22% - 34% dapat dilihat infeksi yang terjadi rata-rata pada kelas 2 (rendah) dan kelas 3 (sedang). Pada tingkat pertumbuhan tanaman ketapang yaitu tingkat semai ini masih sangat tergantung pada CMA untuk membantu dalam penyerapan unsur hara dalam tanah dapat kita lihat pada Gambar 8.

Setiadi (1990), menyatakan bahwa tanaman yang bermikoriza akan tumbuh lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza karena mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara makro. Selain itu akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan tersedia bagi tanaman. Selain membentuk hifa internal mikoriza membentuk hifa eksternal yang berfungsi menyerap fosfor dari dalam tanah. Fosfor yang telah terserap oleh hifa eksternal akan segera ditransfer ke tanaman induk.

Pertumbuhan dengan tingkat infeksi sedang terdapat pada sampel S<sub>I</sub>, S<sub>II</sub>, T<sub>I</sub> dan P<sub>II</sub>. Sedangkan dengan tingkat infeksi rendah yaitu S<sub>III</sub>, T<sub>II</sub>, T<sub>III</sub>, P<sub>I</sub>, dan P<sub>III</sub>. Ini menunjukan bahwa tanaman yang masih muda maupun sudah dewasa, ini masih memerlukan CMA, terutama pada tanaman yang muda ini sangat memerlukan CMA untuk proses penyerapan unsur P dalam tanah untuk membantu dalam proses pertumbuhan. Pada sampel tingkat infeksi sedang terdapat pada S<sub>I</sub>, S<sub>II</sub>, T<sub>I</sub> dan P<sub>II</sub> terdapat

tingkat infeksi akar masing-masing 34%, 32%, 28% dan 26% dengan tinggi S<sub>I</sub> dan S<sub>II</sub> yaitu 0,45m dan 0,52m, sedangkan T<sub>I</sub> dan P<sub>II</sub> masing-masing dengan tinggi 11m, 15m dan berdiameter 11cm, 21cm. Sedangkan dengan tingkat infeksi rendah yaitu pada sampel S<sub>III</sub>, T<sub>II</sub>, T<sub>III</sub>, P<sub>I</sub>, dan P<sub>III</sub> terdapat tingkat infeksi akar masing-masing 22%, 24%, 24%, 22% dan 24% dengan tinggi S<sub>III</sub> yaitu 0,63m, sedangkan T<sub>II</sub>, T<sub>III</sub>, P<sub>I</sub>, dan P<sub>III</sub> masing-masing tinggi 12m, 11m, 20m dan 17m, berdiameter 12cm, 11,20cm, 23cm, dan 22cm. Dari sembilan sampel ini terdapat 4 infeksi akar pada klasifikasi kelas 3 (sedang) seperti pada sampel S<sub>I</sub>, S<sub>II</sub>, T<sub>I</sub> dan P<sub>II</sub>. Walaupun hasil dari pengamatan menunjukan bahwa tanaman terinfeksi mikoriza, namun tidak semua jenis tanaman selalu memberikan respon positif terhadap asosiasi CMA. Karena hal ini ditentukan juga dari ketergantungan tanaman tersebut terhadap mikoriza (Setiadi 1995). Seperti pada ke 5 sampel ini terjadi infeksi akar klasifikasi kelas 2 (rendah) seperti pada sampel S<sub>III</sub>, T<sub>II</sub>, T<sub>III</sub>, P<sub>I</sub>, dan P<sub>III</sub>.

Menurut Santoso (1998) awal terjadinya infeksi cendawan mikoriza arbuskula diduga karena adanya persentuhan antara akar bermikoriza dengan akar lain didekatnya yang tidak bermikoriza atau bibit tumbuh pada tanah yang mengandung cendawan mikoriza arbuskula. Proses infeksi didahului oleh proses berkecambahan spora dan dipengaruhi oleh eksudat akar, pH tanah dan suhu yang optimum untuk terjadinya infeksi yaitu sekitar 30°C dan infeksi



yang terjadi langsung berhenti pada suhu 41°C. Sedangkan pada lokasi yang diteliti diperoleh rerata data suhu tanah 30,5°C, suhu tersebut berada pada kisaran suhu optimum sehingga dapat mendukung proses terjadinya infeksi akar dengan baik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa adanya asosiasi CMA terhadap tanaman ketapang (*Terminallia catappa*). Hasil pengamatan karakteristik tipe spora ditemukan 7 jenis spora yaitu 6 jenis dari genus *Glomus* dan 1 jenis dari genus *Gigaspora*. Rata-rata tingkat asosiasi yang terjadi pada akar tanaman ketapang termasuk dalam kelas 2 dan 3 yaitu rendah sampai sedang.

### B. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas simbiosis yang terjadi (uji infektifitas) dan uji tingkat ketergantungan tanaman ketapang terhadap CMA pada daerah tepi pantai, maupun di daerah-daerah lainnya. Pentingnya penelitian CMA dalam membantu pertumbuhan tanaman terutama dalam penyerapan unsur fosfor maka diperlukan kegiatan persemaian untuk pembangunan hutan tanaman maupun hutan tanaman industri harus didukung dengan pemanfaatan CMA sebagai pupuk biologis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brundrett, M.B. Dell, Malajczuk, G. Mangin. 1996. *Working With Mycorriza In Forestry and Agriculture*. ACIAR Monograph. 32.374+xp.
- Brundrett M., Boucher N., Dell N. B., Gove T., Malajczuk N. 1994. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Kaipang Cina. dalam International Mycorrhizal Workshop.
- Kormanik PP and McGraw Ac. 1982. *Quantification of Vesikuler Arbuskuler Mycorrhizae in Plant Roots*. In : Schenk NC (ed.), *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. The American Phytopathological Society, St Paul. 37 – 45.
- Santoso, E. 1998. *Ektomikoriza Pada Eucalyptus*. Bioteknologi IPB.
- Setiadi, Y. 1994. *Mengenal Mikoriza dan Aplikasinya*. Bahan Kuliah Pelatihan Pembuatan dan Aplikasi Pupuk Hayati Mikoriza. PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Setiadi, et al. 1992. *Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Tanah Hutan. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Kehutanan*. Direktorat Perguruan Tinggi Swasta. Jakarta.
- Setiadi Y. 1990. *Proses Pembentukan VA Mikoriza*. Bogor. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Hal. 5-9.

Smith , S.E. and Read, D.j. 2008.  
*Mycorrhizal Symbiosis.*

Academic Press. San Diedo, CA.  
USA.